

ジョージア工科大学の研究者らは、外周面に酸化亜鉛ナノワイヤーを無数に成長・配向させて被覆した2本の有機繊維を絡ませたシステムを用いて、これらの繊維間の相対的動きを電気エネルギーに変換できることを見出した。これは、2本の繊維を絡ませることによって繊維外周の酸化亜鉛ナノワイヤーを互いに接触させて、片方の繊維を移動させることで各ナノワイヤーに負荷を与え、ナノワイヤー間の圧電効果によって電力を発生させる原理に因る。使用された有機繊維は高強度・高弾性率・高靱性・高熱的安定性を有するケブラー繊維であり、酸化亜鉛ナノワイヤーは水熱合成法により繊維外周面に成長・被覆された。1本ずつの酸化亜鉛ナノワイヤーは、直径が50～200nm、長さが～3.5  $\mu\text{m}$ の単結晶になっており、繊維間に起電力を得るために片方のナノワイヤー表面には厚さ300nmの金が蒸着されている。このナノ発電システムのメカニズムを用いると、微風や身体の動きなどから電気エネルギーを収集する織物の作製が実現できる。

## トピックス 2 わずかな繊維の振動を電気エネルギーに換えるナノ発電システム

ナノデバイスは、その動作に、少量の電気エネルギーしか必要としない。したがって、歩行・心臓の鼓動・騒音や気流などに伴って生じるわずかな振動の機械エネルギーから電気エネルギーを集めるナノ発電システムは、パーソナル電子機器・センシングなどの様々な用途に適用することができる。しかし、このようなナノ発電システムでは、例えば10Hz未満といった低周波領域でも機能する技術が必要である。また、有機繊維のような柔軟な材料がこのシステムの対象になる。

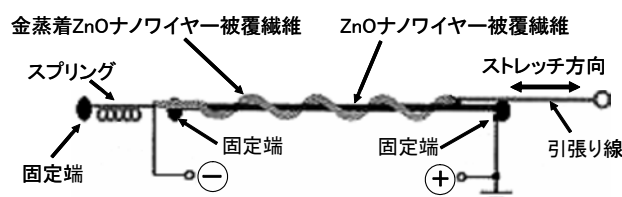
ジョージア工科大学の研究者らは、基板に垂直に配向させた酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤーが曲げられた後に開放される際に発生する電荷を利用したナノ発電素子を実現した<sup>1,2)</sup>。これらの研究者らは、今回、酸化亜鉛で被覆された2本の繊維を絡ませ、1本の繊維の両端と他方の繊維の片側を固定したナノ発電システムを作製した(図表1)。繊維外周に被覆された酸化亜鉛は放射状に成長および配向させた無数のナノワイヤーからできている(図表2)。研究者らは、固定されていない片方の繊維を引張ることにより移動させ、この両繊維の相対的動きを電気エネルギーに変換できることを見出した。これは、繊維外周の酸化亜鉛ナノワイヤーを互いに接触させて、片方の繊維を移動させることで各ナノワイヤーに負荷を与え、ナノワイヤー間の圧電効果によって電力を獲得する原理に因る(図表3)<sup>3)</sup>。

使用された有機繊維は、高強度・高弾性率・高靱性・高熱的安定性を有するケブラー繊維で、直径が約数10  $\mu\text{m}$ である。酸化亜鉛ナノワイヤーは水熱合成法<sup>注)</sup>により繊維表面に急速成長させている。1本ずつの酸化亜鉛ナノワイヤーは、直径が50～200nm、長さが～3.5  $\mu\text{m}$ の六角形状の単結晶になっており、ナノワイヤー間の隙間は100nm程度である。繊維間に起電力を得るために、対向する片

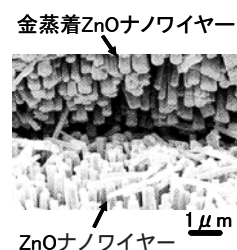
方のナノワイヤー表面には厚さ300nmの金が蒸着されている。

このナノ発電システムのメカニズムを用いると、微風や身体のわずかな動きなどから電気エネルギーを収集する織物の作製が実現できると考えられる。

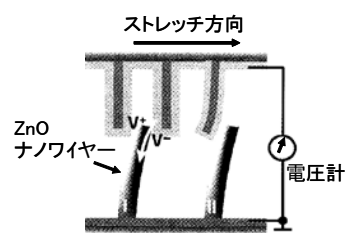
図表1 繊維を利用したナノ発電システムの模式図



図表2 ZnO ナノワイヤー被覆繊維間の状態



図表3 ZnO ナノワイヤー間の電圧効果による電荷発生 の模式図



注 水熱合成法: 反応容器に原料と水を入れて、容器を密閉して加熱することによる高圧水蒸気 の存在下で行われる化合物の合成方法または結晶成長方法を指す。

### 参 考

- 1) 科学技術動向 No.63, 2006 年 6 月号, p.8
- 2) Z. L. Wang, et al., SCIENCE, Vol.312, p.242 (2006)
- 3) Y. Qin, et al., nature, Vol.451/14, p.809 (2008)